

HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALENCIA. CÁTEDRA DE TRAUMATOLOGÍA
Y CIRUGÍA ORTOPÉDICA

Director: Prof. GOMAR GUARNER

Injerto de fibrocartílago meniscal en los defectos osteocondrales. Estudio experimental

F. GOMAR SANCHO y E. GASTALDI

RESUMEN

Los autores presentan un trabajo experimental en 18 conejos, cubriendo un defecto osteocondral en zona de carga del cóndilo medial de la rodilla con menisco tomado de la vertiente lateral de la misma articulación.

Realizan un estudio histológico y de captación de timidina triptiada, a los 3 días, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 y 12 semanas, demostrando que el injerto mantiene su estructura histológica íntegra y capta la timidina triptiada a lo largo de toda la experiencia, consiguiendo un perfecto anclaje al tejido óseo epifisario.

Descriptores: Defecto osteocondral e injerto meniscal.

SUMMARY

The authors report an experimental work with 18 rabbits. An osteochondral defect is tailored in the weight-bearing area of the medial condyle of the knee, this osteochondral defect is refilled with a matching piece taken from the lateral meniscus. An optical histological examination and triptium-timidine up-take are performed three days after refilling time in one, two, three, four, six, eight, ten and twelve weeks. This study showed the meniscus graft maintaining its whole histological structure and taking the triptium-timidine along all the experiment length, with a perfect fitting and union with the bone tissue.

Key words: Meniscus graft. Experimental osteochondral defect with meniscus graft filling.

Introducción

El gran problema que plantean las lesiones del cartílago articular viene derivado de la dificultad de conseguir un regenerado espontáneo capaz de suplir las funciones de

este tejido. Numerosos trabajos experimentales han demostrado que el defecto de cartílago articular nunca es reparado por el propio cartílago, por su escasa capacidad de regeneración, tan sólo el concurso de la médula ósea subyacente consigue reparar el

defecto con un tejido fibrocartilaginoso que es incapaz de sustituir funcionalmente al cartílago articular (GOMAR-SANCHO y GASTALDI, 1985).

Esta incapacidad del organismo humano, al igual que el de otros mamíferos, ha motivado numerosos intentos de reparar las lesiones del cartílago articular con una amplia gama de tejidos: fascia, músculo, piel, perióstio, etc., con resultados aleatorios desde el punto de vista clínico y sistemáticamente malos desde el punto de vista biológico.

Trabajos de HEATLEY (1981 y 1982) introducen una nueva posibilidad al recurrir a un tejido dador cuyas condiciones nutricias y biomecánicas parecen semejantes al cartílago articular, el fibrocartílago meniscal.

El propósito de este trabajo es iniciar una línea de investigación que nos ponga de manifiesto cuál es el verdadero valor de estos injertos.

Material y métodos

Se han utilizado 18 conejos blancos tipo «California» entre 1'8 y 2'0 kilogramos de peso.

Los animales fueron anestesiados mediante inhalación de vapores de éter, preparando el campo quirúrgico bajo condiciones asépticas y procediendo a la realización de una artrotomía y exposición del cóndilo medial, donde a nivel de la zona de carga se practicaba un defecto osteocondral de unos 2-3 mm. de diámetro. Seguidamente se practicaba una meniscectomía del cuerno anterior del menisco lateral, tomando una pieza de injerto con sacabocados de diámetro interno equivalente al defecto practicado, en la zona periférica del fibrocartílago, sin llegar al paramenisco. Esta pieza de injerto se adaptaba a la profundidad del defecto siendo colocada para cubrir el mismo a manera de marquetería, sin ninguna técnica de fijación adicional.

Se procedía al cierre de la herida con sutura «Dexon» (3/0), dejando al animal libre para la carga, sin inmovilización.

El tiempo de seguimiento de los animales fue de: 3 días, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 y 12 semanas, al cabo del cual fueron sacrificados. 48 y 24 horas previa-

mente al mismo se inyectaron 2 cc de una solución salina isotónica de timidina triptiada intra-articularmente, con una concentración de 10 microcuries/cc y una actividad específica de 5Ci/milimole.

Las rodillas fueron disecadas, extrayendo las piezas anatómicas que eran fotografiadas, incluidas en formaldehído (10 por 100) durante 5 días, decalcificadas en solución de E.D.T.A. bufferado al 5'5 por 100 y deshidratadas en soluciones crecientes de alcohol y bencenos para ser finalmente incluidas en bloques de parafina (Paraplast).

Los bloques fueron cortados en microtomo en cortes de 5 micras que se realizaban a varios niveles del injerto, siendo luego teñidos en hematoxilina-eosina, tricrómico de Masson y P.A.S.

Seleccionamos cortes a varios niveles para realizar un estudio autorradiográfico, llevando a cabo la técnica de «streaking film» con película KODAK AR-10, permaneciendo 4 semanas en

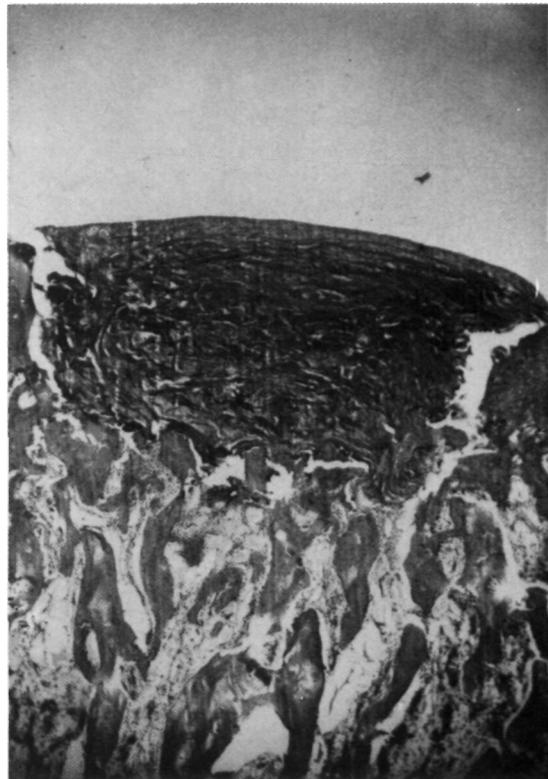


FIG. 1.—Conejo sacrificado a los 3 días. H.E. (10 X): El injerto está perfectamente adaptado al lecho. La médula ósea subyacente presenta una hiperplasia medular pero aún no ha establecido contacto con el fragmento de menisco.

cámara oscura y siendo reveladas con líquido revelador KODAK D-19, pasando a realizar un conteo celular convencional.

Resultados

El estudio histológico pone de manifiesto la supervivencia e incorporación del injerto, cuya estructura permanece indemne durante toda la experiencia.

La incorporación del injerto se realizó con la siguiente secuencia:

1) A los *tres días* no se observaron cambios histológicos en el fibrocartilago injertado, no encontrando continuidad del injerto con ninguno de los tejidos que forman el lecho: cartilago, hueso y médula ósea. Esta última mostraba, en la vecindad del injerto, una marcada reacción hiperplásica que engloba detritus tisulares del fondo del lecho (Fig. 1).

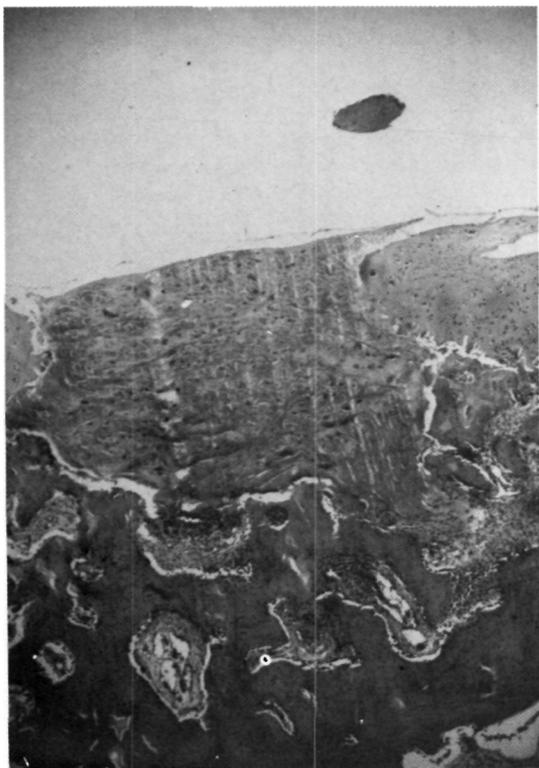


FIG. 2.— Conejo sacrificado a la primera semana. H.E. (10 X); Se observa un tejido de granulación que surge entre las trabéculas óseas y enlaza con el fibrocartilago injertado.

2) A la *primera semana* se conserva el menisco injertado intacto. La médula ósea situada entre las trabéculas óseas que estaban en contacto con el injerto, presentaban una intensa reacción hiperplásica con formación de tejido mesenquimatoso inmaduro que tan sólo en algunos puntos enlazaba el fibrocartilago con las trabéculas del lecho osteocondral (Fig. 2).

En otro animal del mismo período, el injerto mantenía su normal morfología macroscópica y microscópica. El contacto con el lecho era bueno pero no había continuidad tisular ni con las trabéculas ni con la médula ósea, que presenta una reacción menor que en el otro animal sin formación de tejido de granulación que fije el injerto al hueso.

3) A las *dos semanas* el fibrocartilago seguía conservando su estructura normal. No se observaba continuidad del injerto con el cartilago articular en ningún punto, pero sí con el hueso mediante interposición de tejido mesenquimatoso inmaduro, originado a partir de una hiperplasia de la médula ósea. Esta unión era poco extensa, a pesar de que el contacto del injerto con el lecho es amplio.

En el otro animal se mantenía el aspecto macroscópico y microscópico normal del injerto, observándose una intensísima neoformación mesenquimatososa de origen medular y un refuerzo osteoblástico de las trabéculas óseas en contacto con el injerto, siendo amplio y evidente el anclaje del injerto en el lecho, incluso con apariencia en algunas zonas de continuidad directa de fibras de colágena del fibrocartilago con las trabéculas óseas. Sin embargo, la mayor parte de esta continuidad del injerto con el lecho receptor se llevaba a cabo mediante interposición de tejido mesenquimatoso inmaduro, apareciendo focos de tejido cartilaginoso, en algunas zonas.

4) A las *tres semanas* se detectaban discretos cambios en el injerto, concretamente la aparición de algunos «nidos» celulares dispersos, sin que parezca tengan significado patológico. Seguía sin haber conexión alguna con el cartilago articular próximo, hecho que observamos a lo largo de toda la experiencia. Este cartilago articular vecino al injerto presentaba formación de abundantes «nidos» celulares encontrando un alto índice de mitosis en el estudio con timidina triptiada.

A nivel del lecho del injerto había continuidad del mismo con las trabéculas de la base a través de un tejido «puente» constituido en la mayor parte por cartilago hialino que enlazaba fibrocartilago con trabéculas y médula ósea. En algunas zonas parecía existir continuidad directa del injerto con el hueso (Fig. 3).

5) A las *cuatro semanas* el fibrocartilago injertado continuaba presentando una morfología no alterada. Su anclaje al lecho óseo seguía dominado por la interposición de abundante tejido mesenquimatoso indiferenciado, con abundantísimos núcleos de cartilago hialino.

6) A las *seis semanas* el injerto permanecía íntegro y su fijación al hueso era amplia y firme. Esta fijación era directa al hueso en algunas zonas, pero en su mayor parte se realizaba a través de un tejido heterogéneo, fibroso, fibrocartilaginoso, cartilaginoso hialino y tejido óseo primitivo que envolvía a las trabéculas óseas próximas al injerto, a la vez que tenía continuidad con él (Fig. 4).

7) A las *ocho semanas* seguía permaneciendo íntegro el fibrocartilago y sin continuidad con el cartilago articular vecino. En la profundidad el injerto se encontraba perfectamente anclado al hueso, habiendo continuidad directa de las fibras de colágena del menisco con las trabéculas óseas

subyacentes, aunque era frecuente la presencia de núcleos de cartilago hialino y hueso embrionario que enlazaba ambos tejidos.

8) A las *diez semanas* el tejido que anclava el injerto al lecho óseo había madurado sustancialmente hacia la estirpe osteogénica predominando la unión directa del fibrocartilago al tejido óseo.

9) En los animales de más largo período de seguimiento, *doce semanas*, el injerto fibrocartilaginoso íntegro estaba anclado en toda su extensión directamente al tejido óseo (Fig. 5).

El estudio con *timidina triptada* demostró a lo largo de toda la experiencia que el fibrocartilago injertado la captaba regularmente incluso en sus capas más profundas, poniendo de manifiesto no solamente que el fibrocartilago permanecía vivo a lo largo de toda la experiencia, sino que además era capaz de nutrirse a través del líquido sinovial (Fig. 6).

A nivel del cartilago articular la captación de timidina fue normal comparada con la rodilla testigo, tan sólo llamaba la atención la gran captación de las células que formaban «nidos» celulares en la proximidad al injerto, reacción frecuente del cartilago en la proximidad de cualquier lesión.

En *resumen*, hemos podido observar como la incorporación del injerto se ha conseguido con una continuidad con el tejido óseo y no con el cartilago. Dicha continuidad se ha establecido a partir de una reacción hiperplásica de la médula ósea vecina, formando un tejido mesenquimatoso que enlazaba el fibrocartilago con el hueso receptor. Con el transcurso del tiempo este tejido mesenquimatoso se diferenciaba en cartilago hialino y finalmente en hueso, de tal manera que en los animales de tiempo de seguimiento más largo, el fibrocartilago injertado presentaba continuidad con las trabéculas óseas.

Debemos señalar que con gran frecuencia se produjo el desprendimiento precoz y espontáneo del injerto, lo que motivó que tuvieramos que repetir casi la mitad de las experiencias.

Discusión

Los resultados obtenidos con este trabajo experimental, aunque no tengan una aplicación clínica inmediata, son muy alentadores porque ponen de manifiesto que el fibrocartilago-meniscal es capaz con su estructura de soportar inalterable las mismas fuerzas que actúan sobre el cartilago articular.



FIG. 3.—Conejo sacrificado a las 3 semanas. H.E. (40 X); Detalle de la unión fibrocartilago-hueso. Un tejido de granulación con focos de cartilago hialino enlaza ambas estructuras.

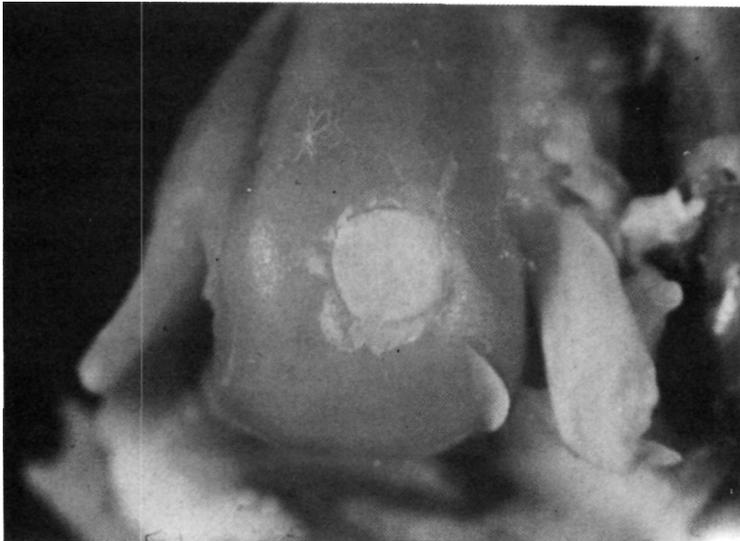


FIG. 4.—Conejo sacrificado a las 6 semanas: La imagen macroscópica muestra como el fibrocartilago injertado se adapta perfectamente al lecho y tiene una estructura aparentemente normal.

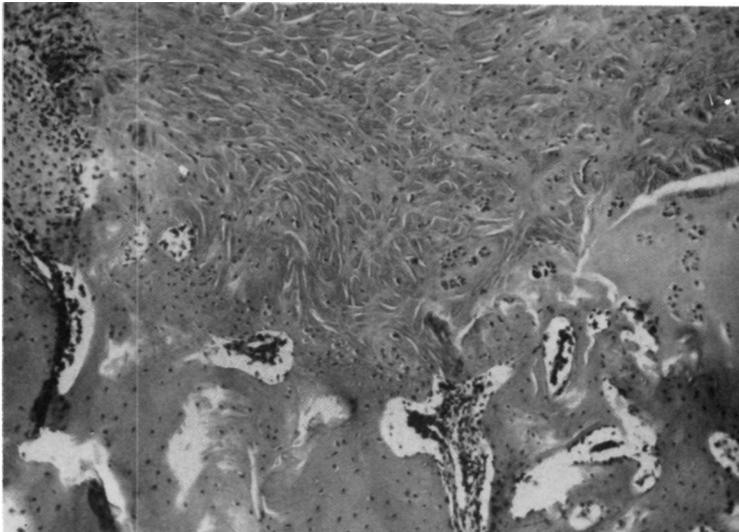


FIG. 5.—Conejo sacrificado a las 12 semanas. H.E. (40 X): La unión del fragmento de menisco con el hueso es amplia y directa, como si de una inserción ligamentosa se tratase.

La nutrición del fibrocartilago meniscal no ha sido estudiada con gran profundidad, sin embargo sabemos que aunque hay vasos capsulares que penetran en el menisco (BEAUPRE y cols., 1981), la mayor parte del menisco es avascular (GHADIALY y cols. 1983) y supuestamente su nutrición se realiza por imbibición de líquido sinovial (MÜLLER, 1984). El hecho de que en todos los casos de nuestra experiencia el fibrocartilago haya captado la timidina triptiada, incluso cuando estaba totalmente suelto en el lecho, apoya firmemente que su nutrición tiene características semejantes a las del cartilago articular.

Esta simple coincidencia en la nutrición del fibrocartilago meniscal, le convierte en

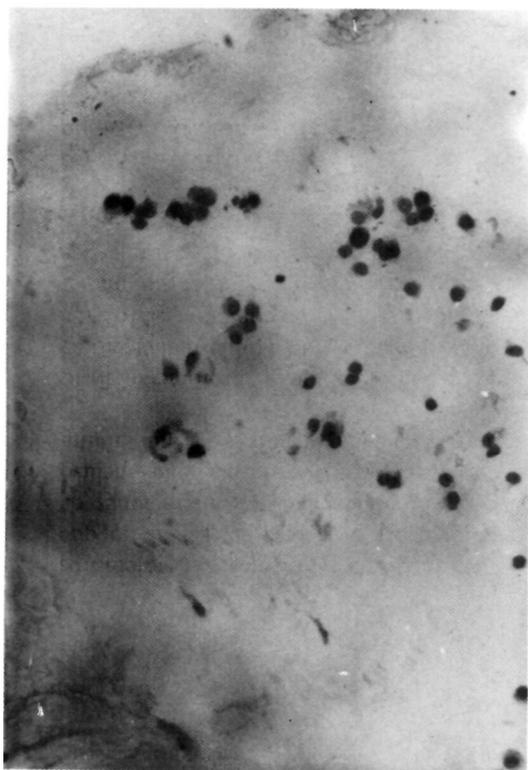


FIG. 6.—Conejo sacrificado a los tres días. H.E. (20 X), (Autorradiografía): La captación de timidina triptiada es rica tanto en superficie como en profundidad.

un tejido mucho más apto para injertar una superficie articular que cualquier otro tejido que necesite para su supervivencia una revascularización.

Si el menisco recibe su vascularización a través del líquido sinovial es lógico que no tenga dificultades para sobrevivir en las condiciones experimentales estudiadas, pero lo que no es tan lógico es que sea capaz de soportar la misma carga que el cartilago articular, si tenemos en cuenta que su red de colágena está formada por fibras de tipo I (EYRE y MUIR, 1975).

Una de las diferencias más acentuadas del cartilago articular con el resto de tejidos es su estructura de colágena constituida exclusivamente por fibras de colágena tipo II, a las que se atribuye, en unión con las macromoléculas de proteinglicanos, las propiedades biomecánicas del cartilago articular. FURUKAWA (1981) ha demostrado que los regenerados espontáneos de la superficie articular se lleva a cabo con un tejido formado fundamentalmente por fibras de colágeno tipo I. Esta sería la causa del mal resultado de la regeneración espontánea a partir de la médula ósea, aunque llega a tener la apariencia de cartilago hialino (GÓMAR-SANCHO y GASTALDI, 1985).

Sin embargo, la relación colágena tipo II con las propiedades del tejido para soportar la carga no es tan clara. Los cambios degenerativos observados en las rodillas sometidas a meniscectomía, ha motivado estudiar más profundamente la función de los meniscos, llegando a la conclusión que estas estructuras, en una rodilla normal, soportan cargas de la misma intensidad que el cartilago articular (KETTELKAMP y JACOBS, 1972; WALKER y HAJEK, 1972; SHRIVE, 1974; SEEDHOM, 1974; KRAUSE, 1976; SHRIVE, 1978 y KURUSAWA y cols., 1980).

En cualquier caso son necesarios trabajos experimentales de más largo tiempo de seguimiento y un estudio más completo de la estructura del fibrocartilago injertado para poder conocer si este injerto mantendrá

su estructura definitivamente, sufrirá cambios adaptativos, o si por lo contrario a la larga se provoca su degeneración.

Igualmente, antes de buscar una aplicación clínica, queda por ensayar la utilización de injertos heterólogos conservados. La utilización de injertos autólogos tiene dos grandes limitaciones: en primer lugar que tan sólo pueden conseguirse injertos de reducido tamaño, en segundo lugar, la meniscectomía para la toma del injerto no es el mejor camino para recuperar las lesiones de una rodilla.

El mecanismo por el cual el injerto de fibrocartilago meniscal se ancla en el tejido óseo es totalmente pasivo por parte del injerto. Es un fenómeno en el que todo el protagonismo recae en la médula ósea que aporta un tejido de granulación que se insinúa en el seno del injerto, en su posterior maduración hacia tejido óseo, consigue que el injerto quede bien fijo en el hueso. No obstante, es un fenómeno biológico muy lento si lo comparamos con cualquier otro fenómeno reparativo. En consecuencia, los injertos de fibrocartilago meniscal no deben ser por simple aposición, hay que buscar medios de anclaje quirúrgico firmes.

Conclusiones

1) El fibrocartilago meniscal es capaz en el conejo de cubrir un defecto osteocondral manteniendo su estructura íntegra y la actividad mitótica de sus células, hasta las 12 semanas.

2) El fibrocartilago meniscal injertado en un defecto osteocondral de la rodilla del conejo consigue un buen anclaje, aunque muy lento, en el tejido óseo.

BIBLIOGRAFIA

1. BEAUPRE, A.; CHOUKROUN, R.; GUIDOUIN, R.; GARNEAU, R.; GERARDIN, H.; CARDOU,

- A. y TORDION, G. (1981): Les menisques du genou. Etude en microscopie électronique, a balayage et correlation biomécanique. *Rev. Chir. Orthop.*, 67, 713-719.
2. EYRE, D. R. y MUIR, H. (1975): The distribution of different molecular species of collagen in fibrous, elastic and hyaline cartilages of the pig. *Biochem. J.*, 151, 595-602.
3. FURUKAWA, T.; EYRE, D. R.; KOIDE, S. y GLIMCHER, M. J. (1980): Biochemical studies on repair cartilage resurfacing experimental defects in the rabbit knee. *J. Bone Jt. Surg.*, 62/A, 79-89.
4. GASTALDI, E. y GOMAR-SANCHO, F. (1985): Comportamiento del regenerado de cartilago en superficie articular de carga. Estudio experimental. En: Ed. AMPFRE *Artrosis*. Monografía sobre el XI Symposium Internacional de Traumatología MAPFRE. Madrid. (En prensa).
5. GHADIALLY, F. N.; LALONDE, J. M. A. y WEDGE, J. H. (1983): Ultrastructure of normal and torn menisci of the human knee joint. *J. Anat.*, 136, 773-791.
6. HEATLEY, F. W.; REVELL, W. J. y BOER, P. de (1981): The use of meniscal fibrocartilage in the repair of articular cartilage defects. *J. Bone Jt. Surg.*, 63/B, 638. (Proc.).
7. HEATLEY, F. W. y REVELL, W. J. (1982): Meniscal fibrocartilage as an arthroplasty material: An experimental study. *J. Bone Jt. Surg.*, 64/B, 249-250. (Proc.).
8. KETTELKAMP, D. B. y JACOBS, A. W. (1972): Tibiofemoral contact area. Determinations and considerations. *J. Bone Jt. Surg.*, 54/A, 349-356.
9. KRAUSE, W.; POPE, M.; JHONSON, R. y WILDER, D. (1976): Mechanical changes in the knee after meniscectomy. *J. Bone Jt. Surg.*, 58/A, 599-604.
10. KUROSAWA, H.; FUKUBAYASHI, T. y NAKAGIMA, H. (1980): Load-bearing mode of the knee joint: Physical behavior of the knee joint with or without menisci. *Clin. Orthop.*, 149, 283-290.
11. MÜLLER, W. (1983): *The Knee: Form, Function and Ligament Reconstruction*. New York. Springer Verlag, pp. 99-115.
12. SEEDHOM, B. B.; DWSON, D. y WRIGHT, V. (1974): Functions of the menisci. A preliminary study. *J. Bone Jt. Surg.*, 56/B, 381-382.
13. SHRIVE, N. (1974): The weigh-bearing role of the menisci of the knee. *J. Bone Jt. Surg.*, 56/B, 381 (Proc.).
14. SHRIVE, N.; O'CONNOR, J. J. y GOODFELLOW, J. W. (1978): Load-bearing in the knee joint. *Clin. Orthop.*, 131, 279-284.
15. WALKER, P. S. y HAJEK, J. V. (1972): The load-bearing area in the knee joint. *J. Biomech.*, 5, 581-586.